



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 10 2004 024 117 A1 2004.12.09

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 10 2004 024 117.1

(22) Anmeldetag: 14.05.2004

(43) Offenlegungstag: 09.12.2004

(51) Int Cl.⁷: H01M 8/04

(30) Unionspriorität:

2003-136764 15.05.2003 JP

(71) Anmelder:

Toyota Jidosha K.K., Toyota, Aichi, JP

(74) Vertreter:

Tiedtke, Bühling, Kinne & Partner GbR, 80336 München

(72) Erfinder:

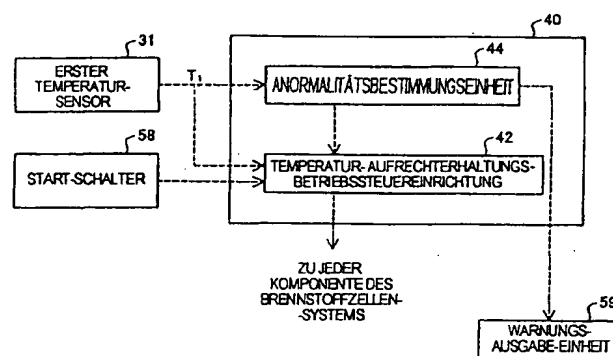
Hirakata, Shuji, Toyota, Aichi, JP; Umayahara, Kenji, Toyota, Aichi, JP

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: Brennstoffzellensystem und damit verknüpftes Betriebsverfahren

(57) Zusammenfassung: In einem Brennstoffzellensystem erhält die Energieerzeugungs-Steuereinrichtung 42 der Steuereinrichtung 40, nachdem eine Anweisung von dem Startschalter 58 ausgegeben ist, von dem ersten Temperatursensor 31 die Temperatur, die die Innentemperatur des Brennstoffzellenstapels angibt. Wenn die erhaltene Temperatur einer ersten Referenztemperatur gleicht oder geringer als diese ist, wird der Temperaturaufrechterhaltungsbetrieb begonnen. Wenn die erhaltene Temperatur einer zweiten Referenztemperatur, die höher ist als die erste Referenztemperatur, gleicht oder diese überschreitet nachdem der Temperaturaufrechterhaltungsbetrieb begonnen ist, wird der Temperaturaufrechterhaltungsbetrieb angehalten. Während diesem Ablauf bestimmt die Anomalitätsbestimmungseinheit 44, ob eine Anomalität bei einem ersten Temperatursensor 31 aufgetreten ist oder nicht, und gibt eine Warnung aus, wenn eine Anomalität aufgetreten ist.



Beschreibung**HINTERGRUND DER ERFINDUNG****Bereich der Erfindung**

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Technologie, um das Auftreten von Problemen zu verhindern, die durch das Gefrieren von Wasser in einer Brennstoffzelle wegen einem Abfall in der Umgebungstemperatur des Brennstoffzellensystems verursacht werden.

Ausführungsbeispiel

[0002] In einer typischen Brennstoffzelle wird Wasser als ein Nebenprodukt einer elektro-chemischen Reaktion erzeugt. Wenn eine dampfnachbildende Reaktion verwendet wird, um Wasserstoff zu erzeugen, um diesen der Brennstoffzelle zuzuführen, hat das wasserstoffenthaltende Gas, das der Brennstoffzelle zugeführt wird, eine vorgeschriebene Menge von Wasserdampf. Als Folge kann das Wasser in der Brennstoffzelle gefrieren, wenn die interne Temperatur der Brennstoffzelle auf 0°C fällt oder darunter. Zum Beispiel kann das Wasser in der Brennstoffzelle gefrieren, wenn die Erzeugung von Energie durch die Brennstoffzelle angehalten wird und wenn die Umgebungstemperatur auf 0°C oder darunter fällt. Wenn das Wasser in der Gasströmungsleitung auf diese Weise gefriert, blockiert das gefrorene Wasser die Gasströmungsleitung, wodurch die Gaszufuhr unterbrochen wird. Als Folge kann das nächste Mal, wenn die Brennstoffzelle gestartet wird, die elektro-chemische Reaktion nicht ausreichend fortgeführt werden. Deshalb offenbart die japanische Offenlegungsschrift 2001-231108 eine Technologie, wodurch die Brennstoffzelle betrieben wird, um ein Gefrieren zu verhindern (Temperaturaufrechterhaltungsbetrieb), wenn die Temperatur abfällt, während der Betrieb der Brennstoffzelle angehalten ist.

[0003] Jedoch ist die Genauigkeit der Temperaturerfassung wesentlich, wenn der Betrieb der Brennstoffzelle fortgesetzt wird, während das System angehalten ist, das auf der Brennstoffzelleninnentemperatur oder der Außentemperatur wie oben beschrieben basiert. In anderen Worten könnte die Energieerzeugung nicht beginnen (Temperaturaufrechterhaltungsbetrieb), selbst wenn die Temperatur unterhalb des Gefrierpunktes liegt, oder der Temperaturaufrechterhaltungsbetrieb wird ausgeführt, wenn dieser nicht notwendig ist, wenn die erfasste Temperatur nicht die korrekte Temperatur ist.

Aufgabenstellung**ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG**

[0004] Die vorliegende Erfindung wurde entwickelt,

um das obige Problem bei der herkömmlichen Technik zu eliminieren, und eine Aufgabe von dieser ist, die Zuverlässigkeit des Temperaturaufrechterhaltungsbetriebs zu verbessern, der ausgeführt wird, um zu verhindern, dass das Wasser in der Brennstoffzelle gefriert, wenn das Brennstoffzellensystem nicht in Betrieb ist.

[0005] Um die obige Aufgabe zu bewältigen sieht ein erster Aspekt der vorliegenden Erfindung ein Brennstoffzellensystem, das eine Brennstoffzelle hat, vor.

[0006] Das Brennstoffzellensystem bezüglich dieses ersten Aspekts der vorliegenden Erfindung hat einen Temperaturdetektor, der die Brennstoffzellenbetriebstemperatur erfasst, wobei die Brennstoffzellenbetriebstemperatur eine Temperatur ist, die die Innentemperatur der Brennstoffzelle wiedergibt, eine Temperaturaufrechterhaltungsbetriebs-Steuereinrichtung hat, die einen Temperaturaufrechterhaltungsbetrieb der Brennstoffzelle ausführt, wenn die erfasste Brennstoffzellenbetriebstemperatur gleich oder kleiner als eine erste Referenztemperatur ist, während das Brennstoffzellensystem nicht in Betrieb ist, eine Anomalitätsbestimmungseinheit hat, die bestimmt, ob eine Erfassungsanomalie bezüglich der Brennstoffzellenbetriebstemperatur bei dem Temperaturdetektor aufgetreten ist; und eine Warnungsausgabeeinheit hat, die eine Warnung ausgibt, wenn die Anomalitätsbestimmungseinheit bestimmt, dass eine Anomalie bei dem Temperaturdetektor aufgetreten ist.

[0007] Gemäß dem Brennstoffzellensystem bezüglich des ersten Aspekts der vorliegenden Erfindung kann durch Ausführen des Temperaturaufrechterhaltungsbetriebs der Brennstoffzelle verhindert werden, dass das Wasser in der Brennstoffzelle gefriert, wenn die Brennstoffzelleninnentemperatur abfällt, während das Brennstoffzellensystem nicht in Betrieb ist, und es kann durch die Ausgabe einer Warnung, wenn bestimmt wird, dass eine Anomalie bei dem Temperaturdetektor aufgetreten ist, verhindert werden, dass der Temperaturaufrechterhaltungsbetrieb, der auf einer inkorrekten Temperaturerfassung basiert, begonnen wird. Wenn der Temperaturaufrechterhaltungsbetrieb begonnen wird, der auf einer inkorrekten Temperaturerfassung beruht, besteht die Gefahr, dass der Temperaturaufrechterhaltungsbetrieb ausgeführt wird, wenn die Möglichkeit des Gefrierens nicht besteht, wodurch ein Abfall der Energieeffizienz des Brennstoffzellensystems als Ganzes betrachtet verursacht wird, oder es besteht die Gefahr, dass der Temperaturaufrechterhaltungsbetrieb ausgeführt wird, nachdem das Wasser in der Brennstoffzelle gefroren ist. Diese potentiellen Probleme können durch die Ausgabe einer Warnung verhindert werden, wenn eine Anomalie auftritt.

[0008] In dem Brennstoffzellensystem bezüglich des ersten Aspekts der vorliegenden Erfindung ist es zulässig, wenn die Temperatúraufrechterhaltungsbetriebs-Steuereinrichtung den Temperatúraufrechterhaltungsbetrieb anhält, wenn die Brennstoffzellenbetriebstemperatur, die von dem Temperaturdetektor während solch einem Temperatúraufrechterhaltungsbetrieb der Brennstoffzelle erfasst wird, einer zweiten Referenztemperatur gleicht oder diese überschreitet, welche höher ist als die erste Referenztemperatur.

[0009] Durch Verwendung dieser Anordnung kann das Beenden des Temperatúraufrechterhaltungsbetriebs, der auf einer inkorrekten Temperaturbestimmung basiert, durch die Ausgabe einer Warnung, wenn bestimmt wird, dass eine Anormalität bei dem Temperaturdetektor aufgetreten ist, verhindert werden. Wenn der Temperatúraufrechterhaltungsbetrieb angehalten wird, der auf einer inkorrekten Temperaturbestimmung basiert, wird der Temperatúraufrechterhaltungsbetrieb nicht angehalten, selbst wenn die Brennstoffzelleninnentemperatur genügend angestiegen ist, was eine Verringerung der Energieeffizienz des Systems verursacht, oder der Temperatúraufrechterhaltungsbetrieb wird angehalten, bevor die Brennstoffzellentemperatur genügend angestiegen ist, wodurch das Gefrieren des Wassers in der Brennstoffzelle verursacht wird. Solche Probleme können vermieden werden durch die Ausgabe einer Warnung bei dem Auftreten einer Anormalität.

[0010] In dem Brennstoffzellensystem bezüglich dem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung ist es zulässig, dass das Brennstoffzellensystem eine Vielzahl von Temperaturdetektoren hat, wobei die Anormalitätsbestimmungseinheit bestimmt, ob eine Anormalität bei jedem der vielen Temperaturdetektoren aufgetreten ist, und wenn die Anormalitätsbestimmungseinheit bestimmt, dass eine Anormalität in einem der vielen Temperaturdetektoren aufgetreten ist, führt die Temperatúraufrechterhaltungs-Steuereinrichtung eine Steuerung bezüglich des Temperatúraufrechterhaltungsbetriebs aus, die auf den Erfassungsergebnissen der anderen Temperaturdetektoren basiert, bei welchen bestimmt wurde, dass keine Anormalität besteht.

[0011] Durch Verwendung dieses Aufbaus kann die Zuverlässigkeit des Temperatúraufrechterhaltungsbetriebs verbessert werden, da viele Temperaturdetektoren verwendet werden, wobei eine Warnung ausgegeben wird und die Temperatúraufrechterhaltungssteuerung unter Verwendung der restlichen Temperaturdetektoren ausgeführt wird, wenn eine Anormalität bei einem der vielen Temperaturdetektoren erfasst wird.

[0012] Ein zweiter Aspekt der vorliegenden Erfindung stellt ein Brennstoffzellensystem bereit, das eine Brennstoffzelle hat. Das Brennstoffzellensystem

bezüglich dieses zweiten Aspekts der vorliegenden Erfindung hat eine Vielzahl von Temperaturdetektoren, die eine Brennstoffzellenbetriebstemperatur erfassen, wobei die Brennstoffzellenbetriebstemperatur eine Temperatur ist, die die Innentemperatur der Brennstoffzelle wiedergibt, eine Anormalitätsbestimmungseinheit hat, die bestimmt, ob eine Erfassungsanormalität bezüglich der Brennstoffzellenbetriebstemperatur bei einem der vielen Temperaturdetektoren aufgetreten ist, und eine Temperatúraufrechterhaltungsbetriebs-Steuereinrichtung hat, die den Temperatúraufrechterhaltungsbetrieb der Brennstoffzelle ausführt, wenn die Anormalitätsbestimmungseinheit bestimmt, dass eine Anormalität bei einem der Temperaturdetektoren aufgetreten ist, während das Brennstoffzellensystem nicht in Betrieb ist, und wenn die erfasste Brennstoffzellenbetriebstemperatur, die von den restlichen Temperaturdetektoren erfasst wurde, von denen durch die Anormalitätsbestimmungseinheit bestimmt wurde, dass keine Anormalität aufgetreten ist, einer ersten Referenztemperatur gleicht oder unter dieser ist.

[0013] Gemäß dem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird der Temperatúraufrechterhaltungsbetrieb, wenn eine Anormalität bei einem der vielen Temperaturdetektoren besteht, ausgeführt, der auf der Brennstoffzellenbetriebstemperatur basiert, die von den Temperaturdetektoren unter den vielen Temperaturdetektoren erfasst wurde, bei welchen bestimmt wurde, dass keine Anormalität besteht, wodurch das Beginnen des Temperatúraufrechterhaltungsbetriebs, der auf einer inkorrekten Temperaturbestimmung basiert, verhindert wird, und die Zuverlässigkeit des Betriebs, den Temperatúraufrechterhaltungsbetrieb zu beginnen, kann verbessert werden.

[0014] In dem Brennstoffzellensystem bezüglich des zweiten Aspekts der vorliegenden Erfindung ist es zulässig, wenn die Temperatúraufrechterhaltungsbetriebs-Steuereinrichtung den Temperatúraufrechterhaltungsbetrieb beendet, wenn eine der Brennstoffzellenbetriebstemperatur, die von den restlichen Temperaturdetektoren während des Temperatúraufrechterhaltungsbetriebs erfasst wurde, einer zweiten Referenztemperatur, die höher ist als die erste Referenztemperatur, gleicht oder diese überschreitet.

[0015] Durch Verwendung dieses Aufbaus kann das Beenden des Temperatúraufrechterhaltungsbetriebs, der auf einer inkorrekten Temperaturbestimmung basiert, verhindert werden und die Zuverlässigkeit des Betriebs, den Temperatúraufrechterhaltungsbetrieb zu beginnen, kann erhöht werden, da der Temperatúraufrechterhaltungsbetrieb angehalten wird, der auf der Brennstoffzellentemperatur basiert, die nur von den Temperaturdetektoren erfasst wurde, bei denen bestimmt wurde, dass diese frei von einer Anormalität sind.

[0016] In dem Brennstoffzellensystem bezüglich des ersten oder zweiten Aspekts der vorliegenden Erfindung ist es zulässig, wenn die Anomalitätsbestimmungseinheit bestimmt, dass eine Anomalität besteht, wenn ein Signal, das eine Unterbrechung oder einen Kurzschluss anzeigt, von einem Temperaturdetektor ausgegeben wird. Durch Verwendung eines solchen Aufbaus kann das Auftreten einer Anomalität bei einem Temperaturdetektor leicht bestimmt werden.

[0017] Ein dritter Aspekt der vorliegenden Erfindung stellt ein Betriebsverfahren für ein Brennstoffzellensystem bereit, das die Brennstoffzellenbetriebstemperatur erfasst, welche die Temperatur ist, die die Innentemperatur der Brennstoffzelle wiedergibt, und das einen Temperaturaufrechterhaltungsbetrieb der Brennstoffzelle ausführt, wenn die erfasste Brennstoffzellenbetriebstemperatur einer ersten Referenztemperatur gleicht oder unter diese fällt. Das Brennstoffzellensystembetriebsverfahren bezüglich des dritten Aspekts der vorliegenden Erfindung weist das Bestimmen, ob eine Anomalität bei dem Temperaturdetektor, der die Brennstoffzellenbetriebstemperatur erfasst, aufgetreten ist, wenn die Brennstoffzellenbetriebstemperatur erfasst wird, auf und das Ausgeben einer Warnung, wenn eine Anomalität bei dem Temperaturdetektor erfasst wird, auf.

[0018] Gemäß dem Brennstoffzellensystembetriebsverfahren bezüglich des dritten Aspekts der vorliegenden Erfindung kann das Beginnen des Temperaturaufrechterhaltungsbetriebs, der auf einer inkorrekten Temperaturbestimmung basiert, verhindert werden, da bestimmt wird, wenn die Temperatur der Brennstoffzelle erfasst wird, ob eine Anomalität bei dem Temperaturdetektor aufgetreten ist, der die Brennstoffzellenbetriebstemperatur erfasst hat, und eine Warnung bei dem Ereignis ausgegeben wird, dass eine Anomalität bei einem Temperaturdetektor aufgetreten ist. Es ist weiterhin in dem Brennstoffzellensystembetriebsverfahren bezüglich des dritten Aspekts der vorliegenden Erfindung zulässig, dass dieses weiter die Erfassung der Brennstoffzellenbetriebstemperatur aufweist, während die Brennstoffzelle in einem Temperaturaufrechterhaltungsbetrieb ist, und das Anhalten des Temperaturaufrechterhaltungsbetriebs aufweist, wenn die erfasste Brennstoffzellenbetriebstemperatur einer zweiten Referenztemperatur, die höher als die erste Referenztemperatur ist, gleicht oder diese überschreitet.

[0019] Die vorliegende Erfindung kann in verschiedenen, anderen von den oben beschriebenen Formen angewendet werden. Zum Beispiel kann sie in der Form eines Betriebsprogramms für eine Brennstoffzelle angewendet werden oder in der Form eines Aufzeichnungsmediums, auf welchem solch ein Programm aufgezeichnet ist.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0020] Fig. 1 ist ein Blockdiagramm, das den grundlegenden Aufbau eines elektrischen Automobils zeigt, bei welchem ein Brennstoffzellensystem, das ein Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung einschließt, eingerichtet ist;

[0021] Fig. 2 ist ein Blockdiagramm, das den Aufbau eines Kreises zeigt, der sich auf Prozesse bezieht, um festzulegen, ob ein Temperaturaufrechterhaltungsbetrieb nötig ist und ob eine Anomalität an einem Temperatursensor besteht;

[0022] Fig. 3 ist ein Flussdiagramm, das eine Temperaturaufrechterhaltungsbetrieb-Steuerverarbeitungsprozedur zeigt;

[0023] Fig. 4 ist ein Flussdiagramm, das eine Anomalitätsbestimmungs-Verarbeitungsprozedur zeigt;

[0024] Fig. 5 ist ein Flussdiagramm, das eine Anomalitätsbestimmungs-Verarbeitungsprozedur zeigt, die eine Veränderung des ersten Ausführungsbeispiels einschließt;

[0025] Fig. 6 ist ein Blockdiagramm, das den grundlegenden Aufbau eines elektrischen Automobils zeigt, bei welchem ein Brennstoffzellensystem eingerichtet ist;

[0026] Fig. 7 ist ein Flussdiagramm, das eine Anomalitätsbestimmungs-Verarbeitungsprozedur zeigt; und

[0027] Fig. 8 ist ein Flussdiagramm, das eine Temperaturaufrechterhaltungsbetrieb-Steuerverarbeitungsprozedur zeigt.

Ausführungsbeispiel

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSBEISPIELE

[0028] Die Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden unten mit Bezug auf die Zeichnungen beschrieben.

A. Gesamtaufbau der Vorrichtung

[0029] Fig. 1 ist ein Blockdiagramm, das den grundlegenden Aufbau eines elektrischen Automobils zeigt, bei welchem ein Brennstoffzellensystem, das ein Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung einschließt, eingerichtet ist.

[0030] Das Brennstoffzellensystem 15 ist eine primäre Energiequelle für ein elektrisches Automobil 10 und hat einen Brennstoffzellenstapel 20, eine Wasserstoffgas-Zuführvorrichtung 24, ein Gebläse 26

und ein Kühlgerät 30. Während verschiedene Arten von Brennstoffzellen für den Brennstoffzellenstapel 20 verwendet werden können, werden in diesem Ausführungsbeispiel feste Makromolekül-Brennstoffzellen für den Brennstoffzellenstapel 20 verwendet.

[0031] Die Wasserstoffgas-Zuführvorrichtung 24 ist eine Vorrichtung, die Wasserstoffgas, das innerhalb der Vorrichtung gespeichert ist, der Anode des Brennstoffzellenstapels 20 als Treibstoffgas zuzuführen. Zum Beispiel kann die Wasserstoff-Zuführvorrichtung 24 einen Wasserstoffzylinder oder einen Wasserstofftank aufweisen, der eine Wasserstoff-eingeschlossene Legierung enthält. Das Treibstoffabgas, das von der Anode ausgestoßen wird, nachdem es für eine elektro-chemische Reaktion verwendet wurde, kann ein weiteres Mal für eine elektro-chemische Reaktion verwendet werden, dadurch dass dieses zu einer Strömungsleitung geleitet wird, die die Wasserstoff-Zuführvorrichtung 24 mit dem Brennstoffzellenstapel 20 verbindet (nicht gezeigt). Luft wird von dem Gebläse 26 der Kathode des Brennstoffzellenstapels 20 als Oxidationsgas zugeführt.

[0032] Das Kühlgerät 30 hat eine Kühlmittleitung 28, die so ausgebildet ist, dass diese innerhalb des Brennstoffzellenstapels 20 verläuft, einen Strahler 36 und eine Pumpe 34. Das Antreiben der Pumpe 34 bewirkt, dass das Kühlmittel in der Kühlmittleitung 28 zirkuliert. Wenn eine elektro-chemische Reaktion in dem Brennstoffzellenstapel 20 auftritt, wird Hitze erzeugt. Dementsprechend kann durch die Zirkulation des Kühlmittels innerhalb des Brennstoffzellenstapels 20, während der Energieerzeugung und Kühlung des Kühlmittels über den Strahler 36, die Betriebstemperatur des Brennstoffzellenstapels 20 innerhalb des vorgeschriebenen Bereichs aufrechterhalten werden. Der Strahler 36 hat einen Kühllüfter, der nicht gezeigt ist, wobei die Kühlung des Kühlmittels durch den Strahler 36 durch das Antreiben dieses Kühllüfters begünstigt werden kann. Ein erster Temperatursensor 31 ist in der Kühlmittleitung 28, in der Nähe des Bereichs von deren Verbindung mit dem Brennstoffzellenstapel 20 und auf der Seite, bei welcher das Kühlmittel von dem Brennstoffzellenstapel 20 ausgestoßen wird, angeordnet. In Fig. 1 wird die Zirkulationsrichtung des Kühlmittels innerhalb der Kühlmittleitung 28 durch einen Pfeil angedeutet.

[0033] Das elektrische Automobil 10 hat eine sekundäre Batterie 52, welche als eine zusätzliche Energiequelle dient, zusätzlich zu dem Brennstoffzellensystem 15, das oben beschrieben wurde. Die sekundäre Batterie 52 ist parallel geschaltet bezüglich des Brennstoffzellenstapels 20 über einen DC/DC-Umwandler 50. Ein Inverter 54 erzeugt Drei-Phasen-Wechselstrom aus diesen Gleichstromenergiequellen und führt diesen dem Motor 56 zu, der verwendet wird, um das Fahrzeug anzutreiben. Dieser

zugeführte Strom steuert die Umdrehungsgeschwindigkeit und das Moment des Motors 56.

[0034] Eine Steuereinrichtung 40 ist als ein logischer Kreis ausgeführt, der einen Mikrocomputer hat und steuert die Bewegung von jeder Komponente des elektrischen Automobils 10, einschließlich des Brennstoffzellensystems 15. In anderen Worten empfängt diese Signale von verschiedenen Sensoren, die in dem elektrischen Automobil 10 angeordnet sind, solche wie die Erfassungssignale von dem ersten Temperatursensor 31, ebenso wie dieser Antriebssignale zu den verschiedenen Komponenten des Brennstoffzellensystems 15, solche wie dem Gebläse 26 und der Pumpe 34, oder zu den verschiedenen Komponenten des elektrischen Automobils 10, solche wie dem DC/DC-Umwandler 50 und dem Inverter 54, ausgibt. Weiterhin ist ein Startschalter 58 in dem elektrischen Automobil 10 angeordnet, der dazu verwendet wird, Anweisungen zum vollständigen Start und Stopp des Fahrzeugsystems einzugeben, wobei die Steuereinrichtung 40 AN/AUS-Signale (das System anweisend einzuschalten oder auszuschalten) von dem Startschalter 58 empfängt. Eine Warnungsausgabeeinheit 59 ist in dem elektrischen Automobil 10 angeordnet, die eine Warnung ausgibt, wenn eine Anomalie bei dem Temperatursensor erfasst wird, wobei die Steuereinrichtung 40 Steuersignale zu dieser Warnungsausgabeeinheit 59 ausgibt. In Fig. 1 wird angenommen, dass die Steuereinrichtung 40 für das gesamte elektrische Automobil 10 die Steuerung ausführt, einschließlich des Brennstoffzellensystems 15, aber es ist zulässig, wenn sich die Steuereinrichtung bezüglich des Brennstoffzellensystems 10 unterscheidet von der Steuereinrichtung bezüglich des Antriebs des Fahrzeugs. In solch einem Fall sollten die Informationen zwischen den zwei Steuereinrichtungen ausgetauscht werden, sodass die Steuerung, um die oben beschriebenen Abläufe auszuführen, bezüglich des Fahrzeugs als Ganzes ausgeführt wird.

B. Ablauf

[0035] Fig. 2 ist ein Blockdiagramm, das den Aufbau eines Kreises zeigt, der in dem elektrischen Automobil 10 angeordnet ist, und sich auf Prozesse bezieht, um zu bestimmen, ob ein Temperatúraufrechterhaltungsbetrieb nötig ist und ob eine Anomalie bei dem Temperatursensor besteht. Wie in Fig. 2 gezeigt hat die Steuereinrichtung 40 eine Temperatúraufrechterhaltungsbetriebs-Steuereinrichtung 42 und eine Anomaliebestimmungseinheit 44. Fig. 3 ist ein Flussdiagramm, das eine Temperatúraufrechterhaltungsbetrieb-Steuerverarbeitungsprozedur zeigt, die von der Steuereinrichtung 40 des elektrischen Automobils 10 ausgeführt wird. Wenn der Schalter 58 des elektrischen Automobils 10 von der AN-Position zu der AUS-Position bewegt wird, wodurch der Betrieb des Brennstoffzellensystems 15 angehalten wird,

wird diese Prozedur wiederholt ausgeführt, bis der Schalter 58 ein weiteres Mal auf die AN-Position umgeschaltet wird.

[0036] Wenn diese Prozedur ausgeführt wird, erhält die Temperaturnachhaltungsbetriebs-Steuereinrichtung 42 der Steuereinrichtung 40 zuerst eine Kühlmitteltemperatur T1 von dem ersten Temperatursensor 31 (Schritt S100).

[0037] Wenn die Kühlmitteltemperatur T1 erhalten wurde, bestimmt die Temperaturnachhaltungsbetriebs-Steuereinrichtung 42, ob diese Kühlmitteltemperatur T1 gleich oder kleiner als eine erste Referenztemperatur TA1 ist, oder nicht (Schritt S110). Hier spiegelt die Kühlmitteltemperatur T1 die Temperatur in dem Brennstoffzellenstapel 20 wider. Die Referenztemperatur TA1 ist die Kühlmitteltemperatur, bei welcher es möglich ist, dass das Wasser in dem Brennstoffzellenstapel 20 gefrieren wird, und wird in der Steuereinrichtung 40 als ein vorgegebener Wert gespeichert. Zum Beispiel wird die erste Referenztemperatur TA1 zu 2°C in diesem Ausführungsbeispiel bestimmt. Wenn bestimmt wird, dass die Kühlmitteltemperatur T1 der Referenztemperatur TA1 gleicht oder diese überschreitet in Schritt S110, bestimmt die Temperaturnachhaltungsbetriebs-Steuereinrichtung 42, dass das Wasser in dem Brennstoffzellenstapel 20 nicht gefrieren wird, und kehrt zu Schritt S100 zurück. Diese wiederholt dann den Ablauf des Schritts S110, bei welchem die Steuereinrichtung 40 bestimmt, ob die Kühlmitteltemperatur T1 gleich oder kleiner als die erste Referenztemperatur TA1 ist oder nicht.

[0038] Wenn in Schritt S110 bestimmt wird, dass die Kühlmitteltemperatur T1 der Referenztemperatur TA1 gleicht oder kleiner als diese ist, gibt die Temperaturnachhaltungsbetriebs-Steuereinrichtung 42 Antriebssignale zu verschiedenen Komponenten des Brennstoffzellensystems 15 aus und beginnt mit dem Temperaturnachhaltungsbetrieb (Schritt S120). Speziell treibt die Steuereinrichtung 40 die Wasserstoff-Zufuhrvorrichtung 24 und das Gebläse 26 an, um mit der Zufuhr von Wasserstoff (Treibstoffgas) und Luft (Oxidationsgas) zu dem Brennstoffzellenstapel 20 zu beginnen. Diese treibt ebenso die Pumpe 34 an, um die Zirkulation des Kühlmittels in der Kühlmittelleitung 28 zu starten. Da es der Zweck dieses Temperaturnachhaltungsbetriebs ist, einen Abfall der Temperatur in dem Brennstoffzellenstapel 20 zu verhindern, wird der Kühllüfter, den der Strahler 36 einschließt und der nicht in den Zeichnungen gezeigt ist, nicht während des Temperaturnachhaltungsbetriebs angetrieben. Zusätzlich wird die Menge von Energie, die während des Temperaturnachhaltungsbetriebs erzeugt wird, sehr klein gehalten, da es nicht notwendig ist, den Motor 56 anzutreiben. Speziell wird die Menge von Energie, die von dem Brennstoffzellenstapel 20 erzeugt wird, auf ein

Niveau begrenzt, das notwendig ist, um die Menge von Energie, die von der Brennstoffzellennebenanrüstung verbraucht wird, solche wie die Wasserstoff-Zufuhrvorrichtung 24, das Gebläse 26 und die Pumpe 34, zu decken. Hier kann die Menge des Antreibens der obigen Brennstoffzellennebenanrüstung während des Temperaturnachhaltungsbetriebs basierend auf der Kühlmitteltemperatur T1, die von dem ersten Temperatursensor 31 erfasst wird, eingestellt werden, da die Menge von Energie, die pro Einheit Gas erzeugt werden kann, das dem Brennstoffzellenstapel 21 zugeführt wird, in Abhängigkeit von der internen Temperatur des Brennstoffzellenstapels 20 variiert. Weiterhin kann, um die Temperatur des Brennstoffzellenstapels 20 zu erhöhen, ein Heizaggregat, das den Brennstoffzellenstapel 20 oder das Kühlmittel erhitzt, an diesem angrenzend angeordnet sein, so dass etwas Energie, die von dem Brennstoffzellenstapel 20 erzeugt wird, zu dem Heizaggregat umgeleitet wird, um Hitze während des Temperaturnachhaltungsbetriebs zu liefern. Darüber hinaus kann die sekundäre Batterie während des Temperaturnachhaltungsbetriebs geladen werden, wenn die Menge von Energie, die in der sekundären Batterie übrig bleibt, gering ist.

[0039] Wenn der Temperaturnachhaltungsbetrieb begonnen hat, erhält die Temperaturnachhaltungsbetriebs-Steuereinrichtung 42 die Kühlmitteltemperatur T1 von dem ersten Temperatursensor 31 (Schritt S130). Wenn die Kühlmitteltemperatur T1 erhalten wurde, bestimmt die Temperaturnachhaltungsbetriebs-Steuereinrichtung 42 dann, ob die Kühlmitteltemperatur T1 einer zweiten Referenztemperatur TB1 gleicht oder diese überschreitet, oder nicht (Schritt S140). Die zweite Referenztemperatur TB1 ist eine Referenztemperatur, die anzeigt, dass die Temperatur in dem Brennstoffzellenstapel 20 genügend angestiegen ist, und ist ein vorgegebener Wert, der in der Steuereinrichtung 40 gespeichert ist. Zum Beispiel ist die zweite Referenztemperatur TB1 zu 7°C in diesem Ausführungsbeispiel gesetzt. Wenn in Schritt S140 bestimmt wird, dass die Kühlmitteltemperatur T1 die zweite Referenztemperatur TB1 nicht erreicht hat, wird bestimmt, dass das Wasser in dem Brennstoffzellenstapel 20 gefrieren könnte, wobei die Steuereinrichtung 40 zu dem Schritt S130 zurückkehrt und den Betrieb des Vergleichs der erfassten Kühlmitteltemperatur T1 mit der zweiten Referenztemperatur TB1 ein weiteres Mal in Schritt S140 ausführt.

[0040] Wenn in Schritt S140 bestimmt wird, dass die Kühlmitteltemperatur T1 der zweiten Referenztemperatur TB1 gleicht oder diese überschreitet, hält die Temperaturnachhaltungsbetriebs-Steuereinrichtung 42 den Temperaturnachhaltungsbetrieb an (Schritt S150) und die Prozedur endet. Durch Wiederholen dieses Ablaufes wird der Brennstoffzellenstapel 20 innerhalb eines Temperaturbereichs auf-

recht erhalten, bei dem die Gefahr nicht besteht, dass das Wasser innen gefriert, selbst wenn der Startschalter 58 auf AUS ist. Wenn die zweite Referenztemperatur TB1 zu hoch bestimmt wird, wird hier eine große Menge von Energie aus dem System während des Temperatúraufrechterhaltungsbetriebs ausgelassen. Dementsprechend wird bevorzugt, dass die zweite Referenztemperatur TB1 so gering wie möglich innerhalb eines Bereichs bestimmt wird, der es zulässt, dass der Temperatúraufrechterhaltungsbetrieb, der in Fig. 3 gezeigt ist, ohne Probleme gestartet und gestoppt wird, während die Genauigkeit des ersten Temperatursensors 31 in Betracht gezogen wird. Zum Beispiel ist die zweite Referenztemperatur TB1 in diesem Ausführungsbeispiel um 5° Celsius höher als die erste Referenztemperatur TA1 bestimmt.

[0041] Fig. 4 ist ein Flussdiagramm, das die Anormalitätsbestimmungs-Verarbeitungsprozedur zeigt, die von der Steuereinrichtung 40 des elektrischen Automobils 10 ausgeführt wird. Diese Prozedur wird wiederholt und unabhängig ausgeführt, während die Temperatúraufrechterhaltungsbetriebs-Steuerverarbeitungsprozedur, die oben beschrieben wurde, ausgeführt wird.

[0042] Wenn diese Prozedur ausgeführt wird, erhält die Anormalitätsbestimmungseinheit 44 der Steuereinrichtung 40 zuerst die Kühlmitteltemperatur T1 von dem ersten Temperatursensor 31 (Schritt S200). Wenn die Kühlmitteltemperatur T1 erhalten wurde, bestimmt die Anormalitätsbestimmungseinheit 44, ob die Kühlmitteltemperatur T1 an oder über dem oberen Grenzwert, oder an oder unter dem unteren Grenzwert ist, oder nicht (Schritt S210). Hier sind der obere und untere Grenzwert Werte, die im Voraus bestimmt und in der Steuereinrichtung 40 gespeichert sind und Anormalitätswerte darstellen, die außerhalb des Bereichs der Messung des ersten Sensors 31 unter der normalen Betriebsumgebung für das Brennstoffzellensystem 15 fallen. In diesem Ausführungsbeispiel wird beispielsweise der obere Grenzwert auf 120°C gesetzt, während der untere Grenzwert auf -30°C gesetzt ist. Wenn die Kühlmitteltemperatur T1 zwischen dem oberen und unteren Grenzwert liegt, wird bestimmt, dass keine Anormalität an dem ersten Temperatursensor 31 besteht und die Prozedur endet ohne weitere Verarbeitung. Wenn in Schritt S210 bestimmt wird, dass die Kühlmitteltemperatur an oder über dem oberen Grenzwert oder an oder unter dem Grenzwert ist, bestimmt die Anormalitätsbestimmungseinheit 44, ob der Zustand, bei welchem die Kühlmitteltemperatur T1 an oder über dem oberen Grenzwert, oder an oder unter dem unteren Grenzwert ist, für eine vorgeschriebene Zeitspanne, die im Voraus bestimmt wurde, angedauert hat oder nicht (Schritt S220). Mit der vorgeschriebenen Zeitspanne wird mittels des Schritts S220 beabsichtigt, Anormalitätseffekte oder dergleichen zu eliminieren

und ist zu einer Sekunde in diesem Ausführungsbeispiel beispielsweise bestimmt. Wenn der Zustand, bei welchem die Kühlmitteltemperatur T1 an oder über dem oberen Grenzwert, oder an oder unter dem unteren Grenzwert ist, nicht für eine vorgeschriebene Zeitspanne angedauert hat, wird erachtet, dass die Erfassung des Anormalitätswerts die Folge einer Anormalität oder dergleichen ist, und es wird bestimmt, dass keine Anormalität bei dem ersten Sensor 31 besteht, worauf die Prozedur ohne weitere Verarbeitung endet.

[0043] Wenn in Schritt S220 bestimmt wird, dass der Zustand, bei welchem die Kühlmitteltemperatur T1 an oder über dem oberen Grenzwert, oder an oder unter dem unteren Grenzwert ist, für die vorgeschriebene Zeitspanne oder länger angedauert hat, bestimmt die Anormalitätsbestimmungseinheit 44, dass eine Anormalität bei dem ersten Temperatursensor 31 aufgetreten ist und gibt ein Antriebssignal zu der Warnungsausgabereinheit 59 aus (Schritt S230), worauf die Prozedur endet. Die Warnungsausgabereinheit 59 macht dem Betätiger des elektrischen Automobils 10 durch Ausgabe einer Warnung bemerkbar, dass eine Anormalität bei dem ersten Temperatursensor 31 aufgetreten ist. Die Warnungsausgabereinheit 59 kann ein Bildschirm, eine Geräuscherzeugungseinrichtung oder eine Warnlampe darstellen, die an dem elektrischen Automobil 10 befestigt sind. Der Betätiger kann auf das Auftreten einer Anormalität durch Darstellung einer Warnung auf einem Bildschirm, Ausgabe eines Warnungsgeräuschs, oder Aufleuchten einer Warnlampe aufmerksam gemacht werden. Ein Geräusch oder eine Warnlampe sind bevorzugt, da die Warnung leicht wahrnehmbar sein kann, selbst wenn der Betätiger sich in einer Entfernung von dem elektrischen Automobil 10 befindet.

[0044] Gemäß dem Brennstoffzellensystem 15 des ersten Ausführungsbeispiels, das die oben beschriebene Anordnung hat, kann verhindert werden, dass das Wasser in der Brennstoffzelle durch Ausführen des Temperatúraufrechterhaltungsbetriebs gefriert, wenn die Temperatur in dem Brennstoffzellenstapel 20 fällt, während das System nicht in Betrieb ist, wobei der Betätiger auf das Auftreten einer Anormalität durch die Ausgabe einer Warnung aufmerksam gemacht werden kann, wenn bestimmt wird, dass eine Anormalität bei dem ersten Sensor 31 aufgetreten ist. Als Folge kann verhindert werden, dass die Steuerung, den Temperatúraufrechterhaltungsbetrieb basierend auf inkorrekt bestimmter Temperatur zu starten oder anzuhalten, fortgeführt wird. In anderen Worten können die Probleme von (i) einem Abfall der Energieeffizienz des Gesamtsystems, der durch die Ausführung des Temperatúraufrechterhaltungsbetriebs verursacht wird, wenn keine Gefahr des Gefrierens besteht, oder aus (ii) dem Beginn des Temperatúraufrechterhaltungsbetriebs, nachdem das Wasser in dem Brennstoffzellenstapel 20 gefroren ist, wobei

beide dieser Probleme durch Starten des Temperatúraufrechterhaltungsbetriebs, der auf inkorrektur Temperaturbestimmung basiert, verursacht wurden, verhindert werden. Weiterhin können die Probleme aus (i) einem Abfall der Energieeffizienz des Gesamtsystems, der durch den fortgeführten Temperatúraufrechterhaltungsbetrieb, der auf einer inkorrekten Temperaturbestimmung beruht, verursacht wird, selbst wenn die Temperatur des Brennstoffzellenstapels 20 schon genügend angestiegen ist oder aus (ii) dem Gefrieren des Wassers in dem Brennstoffzellenstapel 20, wegen dem Anhalten des Temperatúraufrechterhaltungsbetriebs, bevor die Temperatur des Brennstoffzellenstapels 20 genügend angestiegen ist, wobei beide dieser Probleme durch Anhalten des Temperatúraufrechterhaltungsbetriebs, der auf einer inkorrekten Temperaturbestimmung basiert, verursacht wurden, verhindert werden.

[0045] In dem obigen Ausführungsbeispiel wurde die Bestimmung bezüglich der Existenz der Anormalität bei dem Temperatursensor 31 darauf ausgerichtet, dass diese auf der Kühlmitteltemperatur T1, die von einem Ausgangssignal von dem ersten Temperatursensor 31 erfasst wird, basiert, aber es ist zulässig, dass diese darauf ausgerichtet wird, dass diese direkt auf einem Ausgangssignal des ersten Temperatursensors 31 basiert. Wenn der erste Temperatursensor 31 einen Thermistor einschließt, kann bestimmt werden, dass eine Anormalität bei dem ersten Temperatursensor 31 aufgetreten ist, wenn der Ausgangsspannungswert relativ zu der angelegten Spannung abweicht von dem Wert, entsprechend dem oberen Grenztemperaturwert oder dem unteren Grenztemperaturwert, die oben beschrieben wurden. Zum Beispiel können Referenzwerte eingeführt werden, wodurch entschieden wird, dass eine Anormalität aufgetreten ist, wenn die angelegte Spannung 0,5 Volt beträgt, falls die Ausgangsspannung den Wert von 0,49 Volt, der der oberen Grenztemperatur von 120°C entspricht, gleicht oder überschreitet, oder falls die Ausgangsspannung den Wert von 0,01 Volt, der der oberen Grenztemperatur von -30°C entspricht, gleicht oder geringer ist. Auf diesem Weg wird angenommen, dass ein Kurzschluss in der Verdrahtung zu dem Temperatursensor aufgetreten ist, wenn die Temperatursensorausgangsspannung ein großer Wert ist, der den normalen Bereich von Erfassungssignalen überschreitet. Deshalb ist es zulässig, wenn die Art der Anormalität auf einem Bildschirm oder dergleichen angezeigt wird, wenn eine Warnung ausgegeben wird.

[0046] In dem ersten oben beschriebenen Ausführungsbeispiel wird das Auftreten einer Anormalität, solch eine wie eine Unterbrechung oder ein Kurzschluss, bei dem ersten Temperatursensor 31 durch Vergleichen des erfassten Kühlmittelwerts T1 mit dem oberen und unteren Grenzwerten erfasst, aber verschiedene andere Arten von Anormalitäten bei

dem Temperatursensor können ebenso bestehen. **Fig. 5** ist ein Flussdiagramm, das eine Anormalitätsbestimmungs-Verarbeitungsprozedur zeigt, die eine Veränderung des ersten Ausführungsbeispiels darstellt. Hier können, zusätzlich zu der Anormalitätsbestimmung, die in Verbindung mit dem ersten Ausführungsbeispiel beschrieben wurde, ebenso Anormalitäten erfasst werden, die bei dem ersten Temperatursensor 31 während des Signalverarbeitungsstadiums auftreten.

[0047] Die Anormalitätsbestimmungs-Verarbeitungsprozedur von **Fig. 5** wird wiederholt und unabhängig während der Temperatúraufrechterhaltungs-Steuerverarbeitungsprozedur, die oben beschrieben wurde, durch die Steuereinrichtung 40 eines elektrischen Automobils 10, die ähnlich zu der ist, die in Verbindung mit dem ersten Ausführungsbeispiel beschrieben wurde, ausgeführt, anstelle des Prozesses, der in **Fig. 4** gezeigt ist.

[0048] Die Schritte S300-S330 von dieser Prozedur sind die gleichen Schritte wie S200-S230 der Anormalitätsbestimmungs-Verarbeitungsprozedur, die in **Fig. 4** gezeigt ist, sodass die Anormalitätsbestimmungseinheit 44 bestimmt, dass eine Anormalität bei dem ersten Temperatursensor 31 aufgetreten ist und eine Warnung ausgibt, wenn die erfasste Kühlmitteltemperatur T1 dem oberen Grenzwert gleicht oder diesen überschreitet, oder dem unteren Grenzwert gleicht oder geringer ist als dieser. In der Anormalitätsbestimmungs-Verarbeitungsprozedur, die in **Fig. 5** gezeigt ist, bestimmt die Anormalitätsbestimmungseinheit 44, ob die Kühlmitteltemperatur T1 bei einer definierten Temperatur für eine vorgeschriebene Zeitspanne verblieben ist oder nicht (Schritt S340), wenn in Schritt S310 bestimmt wird, dass die Kühlmitteltemperatur T1 dem oberen Grenzwert nicht gleicht oder überschreitet, und dem unteren Grenzwert nicht gleicht oder geringer ist. Die vorgeschriebene Zeitspanne und der Bereich der definierten Temperaturen in diesem Schritt S340 sind im Voraus in der Steuereinrichtung 40 als die Zeitspanne und die Temperaturbereiche, innerhalb welcher eine Temperaturveränderung unter normalen Umständen erwartet wird, wenn die Brennstoffzelle 15 alleine verbleibt, gespeichert. Zum Beispiel ist in diesem Ausführungsbeispiel die vorgeschriebene Zeitspanne zu zehn Minuten bestimmt, und der Bereich der definierten Temperaturen ist zu $\pm 1^{\circ}\text{C}$ bestimmt.

[0049] In dem Schritt S340 bestimmt die Anormalitätsbestimmungseinheit 44, wenn die Kühlmitteltemperatur T1 bei einer definierten Temperatur für eine vorgeschriebene Zeitspanne verbleibt, dass eine Anormalität bei dem ersten Temperatursensor 31 aufgetreten ist, während des Signalverarbeitungsstadiums, wobei eine Warnung ausgegeben wird, die anzeigt, dass eine Anormalität bei dem ersten Temperatursensor 31 aufgetreten ist (Schritt S330) und

die Prozedur endet. Andererseits bestimmt diese in Schritt S340, wenn die Kühlmitteltemperatur T1 nicht bei einer definierten Temperatur für eine vorgeschriebene Zeitspanne verbleibt, dass keine Anormalität bei dem ersten Temperatursensor 31 besteht, und die Prozedur endet ohne weitere Verarbeitung.

C. Zweites Ausführungsbeispiel

[0050] Fig. 6 ist ein Blockdiagramm, das den grundlegenden Aufbau eines elektrischen Automobils 110 zeigt, bei welchem das Brennstoffzellensystem 115 des zweiten Ausführungsbeispiels eingerichtet ist. Da das elektrische Automobil 110 des zweiten Ausführungsbeispiels einen dem elektrischen Automobil 10 des ersten Ausführungsbeispiels ähnlichen Aufbau hat, werden den gleichen Bestandteilen die gleichen Bezugszeichen zugewiesen, aber die detaillierte Beschreibung davon wird weggelassen. Das Brennstoffzellensystem 115 des zweiten Ausführungsbeispiels hat in der Kühlmittelleitung 28, zusätzlich zu dem ersten Temperatursensor 31, einen zweiten Temperatursensor 32, der die Temperatur T2 des Kühlmittels erfasst, das in den Brennstoffzellenstapel 20 strömt. Der zweite Temperatursensor 32 ist in der Nähe des Bereichs der Verbindungsstelle der Kühlmittelleitung 28 angeordnet, an der Seite, bei welcher das Kühlmittel in den Brennstoffzellenstapel 20 strömt.

[0051] Fig. 7 ist ein Flussdiagramm, das eine Anomalitätsbestimmungs-Verarbeitungsprozedur zeigt, die von der Steuereinrichtung 40 des elektrischen Automobils 110 des zweiten Ausführungsbeispiels ausgeführt wird. Diese Prozedur wird wiederholt, anstelle der Anomalitätsbestimmungs-Verarbeitungsprozedur des ersten Ausführungsbeispiels, die in Fig. 4 ist, ausgeführt.

[0052] Wenn diese Prozedur ausgeführt wird, erhält die Anomalitätsbestimmungseinheit 44 der Steuereinrichtung 40 zuerst die Kühlmitteltemperaturen T1 und T2 jeweils von dem ersten und zweiten Temperatursensor 31 und 32 (Schritt S400). Die Anomalitätsbestimmungseinheit 44 bestimmt dann auf die gleiche Weise wie in Schritt S210 in Fig. 4, ob diese Kühlmitteltemperaturen T1 und T2 jeweils oberen und unteren Grenzwerten, die im Voraus bestimmt wurden, gleichen oder überschreiten oder unter diese fallen, oder nicht (Schritt S410). Wie in dem ersten Ausführungsbeispiel sind der obere und untere Grenzwert bezüglich des Schritts S410 vorgegeben und in der Steuereinrichtung 40 als Referenzwerte für Anomalitätswerte gespeichert, die normalerweise nicht erfasst werden. In Schritt 410 wird bestimmt, dass keine Anormalität bei entweder dem ersten Temperatursensor 31 oder dem zweiten Temperatursensor 32 aufgetreten ist, wenn beide Kühlmitteltemperaturen T1 und T2 zwischen den oberen und unteren Grenzwert fallen, worauf die Prozedur endet.

[0053] In Schritt S410 bestimmt die Anomalitätsbestimmungseinheit 44, ob der Zustand, der durch den Anomalitätswert angezeigt wird, für eine vorgeschriebene Zeitspanne bestanden hat, oder nicht, wie in Schritt S220, wenn der erfasste Wert, entweder der Kühlmitteltemperatur T1 oder der Kühlmitteltemperatur T2, dem jeweiligen Grenzwert gleicht oder darüber oder darunter ist. Wenn der Zustand, der durch den Anomalitätswert angezeigt wird, nicht für die vorgeschriebene Zeitspanne bestanden hat, wird bestimmt, dass eine Anormalität bei dem Temperatursensor nicht besteht, bei dem der Anomalitätswert erfasst wurde, und die Anomalitätsbestimmungseinheit 44 beendet die Prozedur ohne weitere Verarbeitung.

[0054] Wenn in Schritt S420 bestimmt wird, dass der Zustand, bei welchem eine Anomalitätswert erfasst wurde, für mindestens die vorgeschriebene Zeitspanne in einem von beiden Temperatursensoren bestanden hat, bestimmt die Anomalitätsbestimmungseinheit 44, dass eine Anormalität bei dem Temperatursensor besteht, bei welchem dieser Anomalitätswert erfasst wurde, und gibt ein Steuersignal zu der Warnungsausgabereinheit 59 aus (Schritt S430), worauf die Prozedur endet. Wenn in Schritt S430 bestimmt wird, dass eine Anormalität bei einem von beiden Temperatursensoren besteht, gibt die Anomalitätsbestimmungseinheit 44 ebenso Informationen zu der Temperatúraufrechterhaltungsbetriebssteuereinrichtung 42 aus, die den Temperatursensor, dem die Anormalität wiederfährt, identifiziert. Zusätzlich ist es in dem Anomalitätsbestimmungsablauf, der in Fig. 7 gezeigt ist, zulässig, wenn solch eine Bestimmung Anomalitäten berücksichtigt, die während des Signalverarbeitungsstadiums auftreten, wie bei dem Ablauf, der in Fig. 5 gezeigt ist.

[0055] Fig. 8 ist ein Flussdiagramm, das die Temperatúraufrechterhaltungsbetriebs-Steuerverarbeitungsprozedur zeigt, die von der Steuereinrichtung 40 des elektrischen Automobils 110 des zweiten Ausführungsbeispiels ausgeführt wird. Diese Prozedur wird wiederholt anstelle der Temperatúraufrechterhaltungsbetrieb-Verarbeitungsprozedur des ersten Ausführungsbeispiels, die in Fig. 3 gezeigt ist, ausgeführt.

[0056] Wenn diese Prozedur ausgeführt wird, bestimmt die Temperatúraufrechterhaltungsbetriebs-Steuereinrichtung 42 der Steuereinrichtung 40 zuerst, ob das Auftreten einer Anormalität entweder bei dem ersten Temperatursensor 31 oder dem zweiten Temperatursensor 32 erfasst wurde (Schritt S500). Die Bestimmung basiert darauf, ob Informationen, die das Bestehen einer Anormalität bei einem der beiden Sensoren anzeigen, zu der Temperatúraufrechterhaltungsbetriebs-Steuereinrichtung 42 in Schritt S430 übertragen wurden oder nicht.

[0057] Wenn bestimmt wird, dass eine Anormalität in Schritt S500 erfasst wurde, bestimmt die Temperaturnachhaltungsbetriebs-Steuereinrichtung 42, ob diese Anormalität bei dem ersten Temperatursensor 31 besteht oder nicht (Schritt S510). Wenn bestimmt wird, dass die Anormalität bei dem zweiten Temperatursensor 322 ist, eher als bei dem ersten Temperatursensor 31, führt die Temperaturnachhaltungsbetriebs-Steuereinrichtung 42 die Abläufe der Schritte S520–S570 aus, welche den Abläufen der Schritte S100–S150 von Fig. 3 entsprechen, worauf die Prozedur endet. In anderen Worten wird die Steuerung, den Temperaturnachhaltungsbetrieb zu starten und anzuhalten, basierend auf der Kühlmitteltemperatur T1, die von dem ersten Temperatursensor 31 erfasst wird, ausgeführt.

[0058] Andererseits führt die Temperaturnachhaltungsbetriebs-Steuereinrichtung 42 die Steuerung, den Temperaturnachhaltungsbetrieb zu starten und anzuhalten, basierend auf der Kühlmitteltemperatur T2, die von dem zweiten Temperatursensor 32 erfasst wird, aus (Schritte S580–S620 und Schritt S570), wenn in Schritt S510 bestimmt wird, dass eine Anormalität bei dem ersten Temperatursensor besteht, worauf die Prozedur endet. Diese Abläufe entsprechen den Abläufen von den Schritten S520 bis S570. Hier wurde, anstelle der ersten und zweiten Referenztemperatur TA1 und TB1, die aus dem Grund eingeführt wurden, um eine Bestimmung basierend auf der Kühlmitteltemperatur T1 zu machen, die Bestimmung darauf ausgerichtet, dass diese auf einer ersten Referenztemperatur TA2 und einer zweiten Referenztemperatur TB2 basiert, die aus dem Grund eingeführt wurden, um die Bestimmung basierend auf der Kühlmitteltemperatur T2 zu machen.

[0059] Wenn keine Anormalität in keinem der beiden Sensoren in Schritt S500 erfasst wurde, wird die Steuerung, den Temperaturnachhaltungsbetrieb zu starten und anzuhalten, basierend auf der Kühlmitteltemperatur, die von einem der beiden Sensoren erfasst wurde, ausgeführt. In diesem Ausführungsbeispiel wird die Steuerung basierend auf der Kühlmitteltemperatur T1, die von dem ersten Temperatursensor 31 erfasst wurde, ausgeführt (Schritte S520–S570), wenn beide Temperatursensoren normal funktionieren.

[0060] Gemäß dem Brennstoffzellensystem 115 des zweiten Ausführungsbeispiels, das den obigen Aufbau hat, kann die Zuverlässigkeit des Temperaturnachhaltungsbetriebs verbessert werden, da (i) mehrere Temperatursensoren verwendet werden und (ii) eine Warnung ausgegeben wird und die Steuerung ausgeführt wird, um den Temperaturnachhaltungsbetrieb, der den anderen Temperatursensor verwendet, auszuführen, wenn eine Anormalität in einem der beiden Sensoren erfasst wird. In anderen Worten kann das Beginnen und das Beenden des

Temperaturnachhaltungsbetriebs, der auf einer inkorrekten Temperaturbestimmung basiert, verhindert werden. Weiterhin wurden ein erster Temperatursensor 31 und ein zweiter Temperatursensor 32 für die Erfassung der internen Temperatur des Brennstoffzellenstapels 20 verwendet, aber der gleiche Steuerablauf kann ausgeführt werden bei der Verwendung von drei oder mehr Temperatursensoren.

B. Andere Ausführungsbeispiele

[0061] Diese Erfindung ist nicht auf die oben beschriebenen Beispiele und Ausführungsbeispiele beschränkt, und kann in verschiedenen Formen innerhalb des wesentlichen Umfangs der Erfindung ausgeführt werden. Zum Beispiel können die Veränderungen, die unten beschrieben sind, angewendet werden.

[0062] (1) In dem ersten und zweiten Ausführungsbeispiel wird der Temperaturnachhaltungsbetrieb basierend auf der Kühlmitteltemperatur gesteuert, aber es ist zulässig, wenn die Stapelinnentemperatur direkt erfasst wird, wobei verschiedene Messwerte für diesen Zweck verwendet werden können, solange bis der gewählte Wert angemessen die interne Temperatur des Brennstoffzellenstapels wiedergibt. Zum Beispiel kann die Bestimmung basierend auf der internen Temperatur eines Reformators oder auf der Temperatur des Treibstoffgases, das dem Brennstoffzellenstapel 20 zugeführt wird, gemacht werden, wenn eine Vorrichtung, die einen Reformer anstelle einer Vorrichtung, die Wasserstoffgas speichert, als Wasserstoff-Zufuhrvorrichtung 24 verwendet wird, hat. Während des Betriebs des Brennstoffzellensystems kann die Temperatur in dem Brennstoffzellenstapel, um den Temperaturnachhaltungsbetrieb auszuführen, basierend auf dem Ausgangsstrom oder der Ausgangsspannung von dem Brennstoffzellenstapel bestimmt werden. Da der Ausgangsspannungswert, der mit dem Ausgangsstrom der Brennstoffzelle verbunden ist, charakteristischerweise sich in Übereinstimmung mit der internen Temperatur des Brennstoffzellenstapels ändert, kann die Bestimmung, ob die Brennstoffzellenstapelinnentemperatur genügend angestiegen ist, basierend auf der Erfassung des Ausgangsstroms und der Ausgangsspannung gemacht werden.

[0063] Alternativ kann die atmosphärische Temperatur als ein Wert erfasst werden, um die interne Temperatur des Brennstoffzellenstapels 20 wiederzugeben. Hier kann der Temperaturnachhaltungsbetrieb länger als notwendig andauern, wenn eine Anormalität bei dem anderen Temperaturdetektor besteht und die Bestimmung der Notwendigkeit, um den Temperaturnachhaltungsbetrieb auszuführen, wird darauf ausgerichtet, dass diese alleine auf der atmosphärischen Temperatur basiert, wenn die atmosphärische Temperatur an oder unter einer vorge-

schriebenen Temperatur für eine aufrechterhaltene Zeitspanne verbleibt. Als eine Folge ist es in dieser Situation zulässig, wenn ein Ablauf wiederholt ausgeführt wird, wobei der Temperatúraufrechterhaltungsbetrieb für eine vorgeschriebene Zeitspanne ausgeführt wird und solch ein Betrieb dann für eine andere vorgeschriebene Zeitspanne angehängt wird.

[0064] (2) In dem ersten und zweiten Ausführungsbeispiel sind der Brennstoffzellenstapel 20 und die sekundäre Batterie 52 parallel geschaltet zum Verbraucher, sodass sie beide als Energiequellen verwendet werden können, aber eine unterschiedliche Anordnung kann angewendet werden. Zum Beispiel kann eine Anordnung angewendet werden, worin die sekundäre Batterie 52 nur dazu verwendet wird, die Fahrzeugnebenausrüstungen anzutreiben, und die Brennstoffzelle nur als Energiequelle verwendet wird, um das Fahrzeug anzutreiben. Derselbe Effekt kann von der vorliegenden Patentanmeldung erhalten werden, wo die Brennstoffzelle dem Verbraucher Energie liefert, während das System läuft, und der Betrieb der Brennstoffzelle angehalten wird, wenn das System angehalten wird.

[0065] (3) Weiterhin kann der gleiche Effekt von der vorliegenden Anmeldung der Erfindung erhalten werden, wenn das Brennstoffzellensystem als stationäre Energiequelle verwendet wird, während das Brennstoffzellensystem in den obigen Ausführungsbeispielen in einem elektrischen Automobil eingerichtet war.

[0066] In einem Brennstoffzellensystem erhält die Energieerzeugungs-Steuereinrichtung 42 der Steuereinrichtung 40, nachdem eine Anweisung von dem Startschalter 58 ausgegeben ist, anzuhalten, von dem ersten Temperatursensor 31 die Temperatur, die die Innentemperatur des Brennstoffzellenstapels angibt. Wenn die erhaltene Temperatur einer ersten Referenztemperatur gleicht oder geringer als diese ist, wird der Temperatúraufrechterhaltungsbetrieb begonnen. Wenn die erhaltene Temperatur einer zweiten Referenztemperatur, die höher ist als die erste Referenztemperatur, gleicht oder diese überschreitet, nachdem der Temperatúraufrechterhaltungsbetrieb begonnen ist, wird der Temperatúraufrechterhaltungsbetrieb angehalten. Während diesem Ablauf bestimmt die Anormalitätsbestimmungseinheit 44, ob eine Anormalität bei einem ersten Temperatursensor 31 aufgetreten ist oder nicht, und gibt eine Warnung aus, wenn eine Anormalität aufgetreten ist.

Patentansprüche

1. Brennstoffzellensystem mit einer Brennstoffzelle, wobei das Brennstoffzellensystem aufweist: einen Temperaturdetektor, der die Brennstoffzellenbetriebstemperatur erfasst, wobei die Brennstoffzellenbetriebstemperatur die Innentemperatur der Brennstoffzelle wiedergibt;

eine Temperatúraufrechterhaltungsbetriebs-Steuereinrichtung, die den Temperatúraufrechterhaltungsbetrieb der Brennstoffzelle ausführt, wenn die erfasste Brennstoffzellenbetriebstemperatur gleich oder geringer als eine erste Referenztemperatur ist, während das Brennstoffzellensystem nicht in Betrieb ist; eine Anormalitätsbestimmungseinheit, die bestimmt, ob eine Erfassungsanormalität bezüglich der Brennstoffzellenbetriebstemperatur bei dem Temperaturdetektor aufgetreten ist; und eine Warnungs-Ausgabereinheit, die eine Warnung ausgibt, wenn die Anormalitätsbestimmungseinheit bestimmt, dass eine Anormalität bei dem Temperaturdetektor aufgetreten ist.

2. Brennstoffzellensystem gemäß Anspruch 1, wobei die Temperatúraufrechterhaltungsbetriebs-Steuereinrichtung den Temperatúraufrechterhaltungsbetrieb anhält, wenn die Brennstoffzellenbetriebstemperatur, die von dem Temperaturdetektor während des Temperatúraufrechterhaltungsbetriebs der Brennstoffzelle erfasst wird, einer zweiten Referenztemperatur, welche höher als die erste Referenztemperatur ist, gleicht oder diese überschreitet.

3. Brennstoffzellensystem gemäß Anspruch 2, wobei das Brennstoffzellensystem eine Vielzahl von Temperaturdetektoren hat, wobei die Anormalitätsbestimmungseinheit bei jedem der vielen Temperaturdetektoren bestimmt, ob eine Anormalität aufgetreten ist, wobei die Temperatúraufrechterhaltungs-Steuereinrichtung eine Steuerung bezüglich des Temperatúraufrechterhaltungsbetriebs ausführt, wenn die Anormalitätsbestimmungseinheit bestimmt, dass eine Anormalität bei einem der vielen Temperaturdetektoren aufgetreten ist, wobei die Steuerung auf dem Erfassungsergebnis von anderen Temperaturdetektoren basiert, bei welchen bestimmt wurde, dass keine Anormalität besteht.

4. Brennstoffzellensystem mit einer Brennstoffzelle, wobei das Brennstoffzellensystem aufweist: eine Vielzahl von Temperaturdetektoren, die eine Brennstoffzellenbetriebstemperatur erfassen, wobei die Brennstoffzellenbetriebstemperatur die Innentemperatur der Brennstoffzelle wiedergibt; eine Anormalitätsbestimmungseinheit, die bestimmt, ob eine Erfassungsanormalität bezüglich der Brennstoffzellenbetriebstemperatur bei einem der vielen Temperaturdetektoren aufgetreten ist; und eine Temperatúraufrechterhaltungsbetriebs-Steuereinrichtung, die einen Temperatúraufrechterhaltungsbetrieb der Brennstoffzelle ausführt, wenn die erfasste Brennstoffzellenbetriebstemperatur gleich oder geringer als eine erste Referenztemperatur ist, wobei die Brennstoffzellenbetriebstemperatur von den restlichen Temperaturdetektoren erfasst wird, von welchen durch die Anormalitätsbestimmungseinheit bestimmt wird, dass keine Anormalität aufgetreten ist, wenn die Anormalitätsbestimmungseinheit bestimmt,

dass eine Anormalität bei einem der Temperaturdetektoren, während das Brennstoffzellensystem nicht in Betrieb ist, aufgetreten ist.

5. Brennstoffzellensystem gemäß Anspruch 4, wobei die Temperatúraufrechterhaltungsbetriebs-Steuereinrichtung den Temperatúraufrechterhaltungsbetrieb beendet, wenn die Brennstoffzellenbetriebstemperatur, die von einem der restlichen Temperaturdetektoren während des Temperatúraufrechterhaltungsbetriebs erfasst wird, einer zweiten Referenztemperatur, die höher ist als die erste Referenztemperatur, gleicht oder diese überschreitet.

6. Brennstoffzellensystem gemäß Anspruch 1, wobei die Anormalitätsbestimmungseinheit bestimmt, dass eine Anormalität besteht, wenn ein Signal, das eine Unterbrechung oder einen Kurzschluss anzeigt, von dem Temperaturdetektor ausgegeben wird.

7. Brennstoffzellensystem gemäß Anspruch 2, wobei die Anormalitätsbestimmungseinheit bestimmt, dass eine Anormalität besteht, wenn ein Signal, das eine Unterbrechung oder einen Kurzschluss anzeigt, von dem Temperaturdetektor ausgegeben wird.

8. Brennstoffzellensystem gemäß Anspruch 3, wobei die Anormalitätsbestimmungseinheit bestimmt, dass eine Anormalität besteht, wenn ein Signal, das eine Unterbrechung oder einen Kurzschluss anzeigt, von dem Temperaturdetektor ausgegeben wird.

9. Brennstoffzellensystem gemäß Anspruch 4, wobei die Anormalitätsbestimmungseinheit bestimmt, dass eine Anormalität besteht, wenn ein Signal, das eine Unterbrechung oder einen Kurzschluss anzeigt, von dem Temperaturdetektor ausgegeben wird.

10. Brennstoffzellensystem gemäß Anspruch 5, wobei die Anormalitätsbestimmungseinheit bestimmt, dass eine Anormalität besteht, wenn ein Signal, das eine Unterbrechung oder einen Kurzschluss anzeigt, von dem Temperaturdetektor ausgegeben wird.

11. Betriebsverfahren für ein Brennstoffzellensystem, das die Brennstoffzellenbetriebstemperatur erfasst, die die Innentemperatur der Brennstoffzelle wiedergibt, und einen Temperatúraufrechterhaltungsbetrieb der Brennstoffzelle ausführt, wenn die erfasste Brennstoffzellenbetriebstemperatur einer ersten Referenztemperatur gleicht oder unter diese fällt, wobei das Verfahren folgende Schritte aufweist:
Bestimmen, ob eine Anormalität bei dem Temperaturdetektor, der die Brennstoffzellenbetriebstemperatur erfasst, aufgetreten ist, wenn die Brennstoffzellen-

betriebstemperatur erfasst wird; und
Ausgeben einer Warnung, wenn eine Anormalität bei dem Temperaturdetektor erfasst wird.

12. Brennstoffzellensystembetriebsverfahren gemäß Anspruch 11, mit den folgenden weiteren Schritten:

Erfassen der Brennstoffzellenbetriebstemperatur, während die Brennstoffzelle in einem Temperatúraufrechterhaltungsbetrieb ist; und
Anhalten des Temperatúraufrechterhaltungsbetriebs, wenn die erfasste Brennstoffzellentemperatur einer zweiten Referenztemperatur, die höher ist als die erste Referenztemperatur, gleicht oder diese überschreitet.

Es folgen 8 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

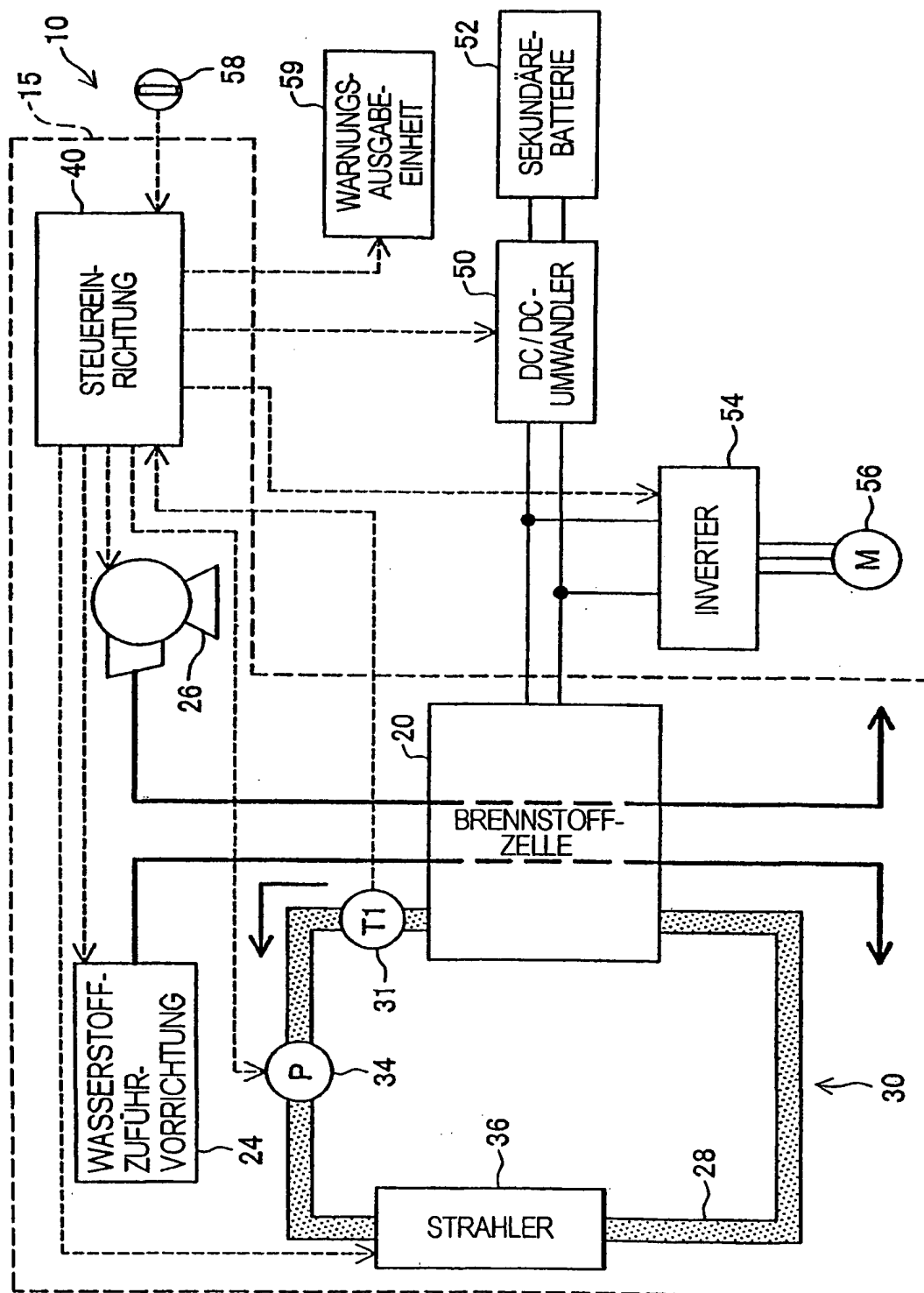


Fig.1

Fig.2

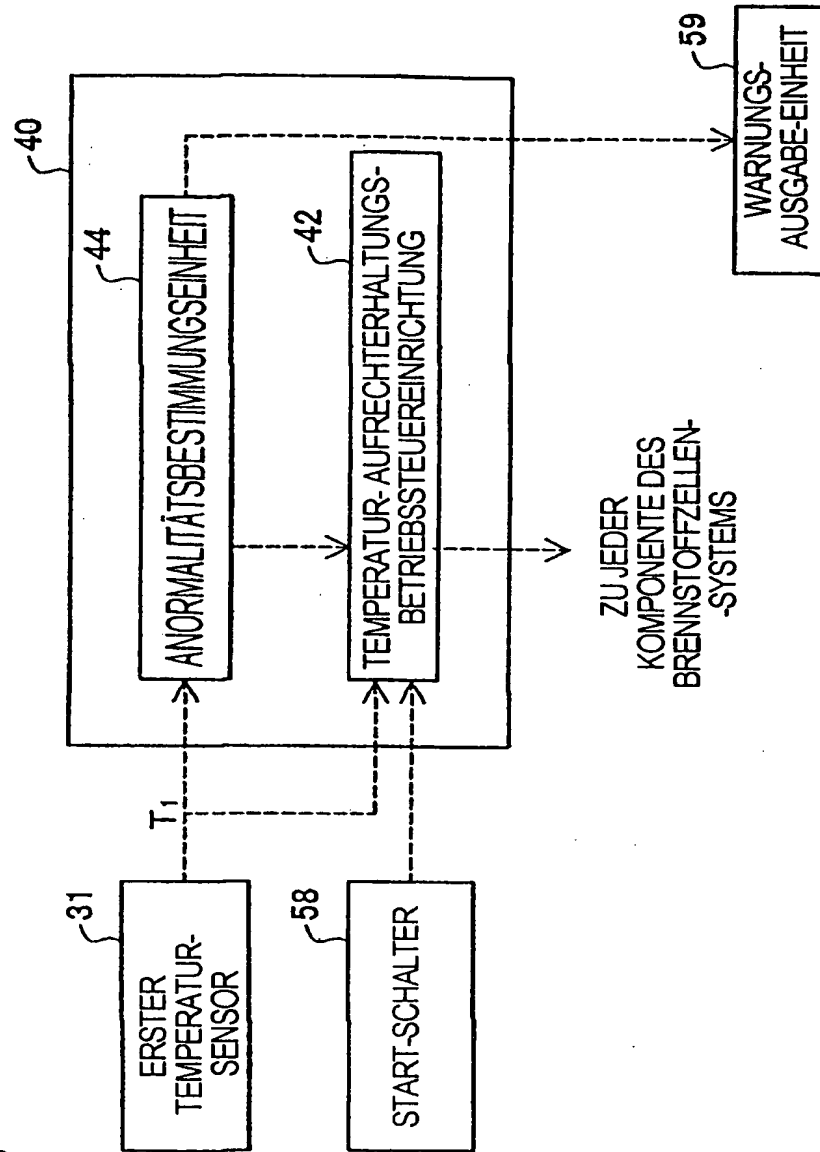


Fig.3

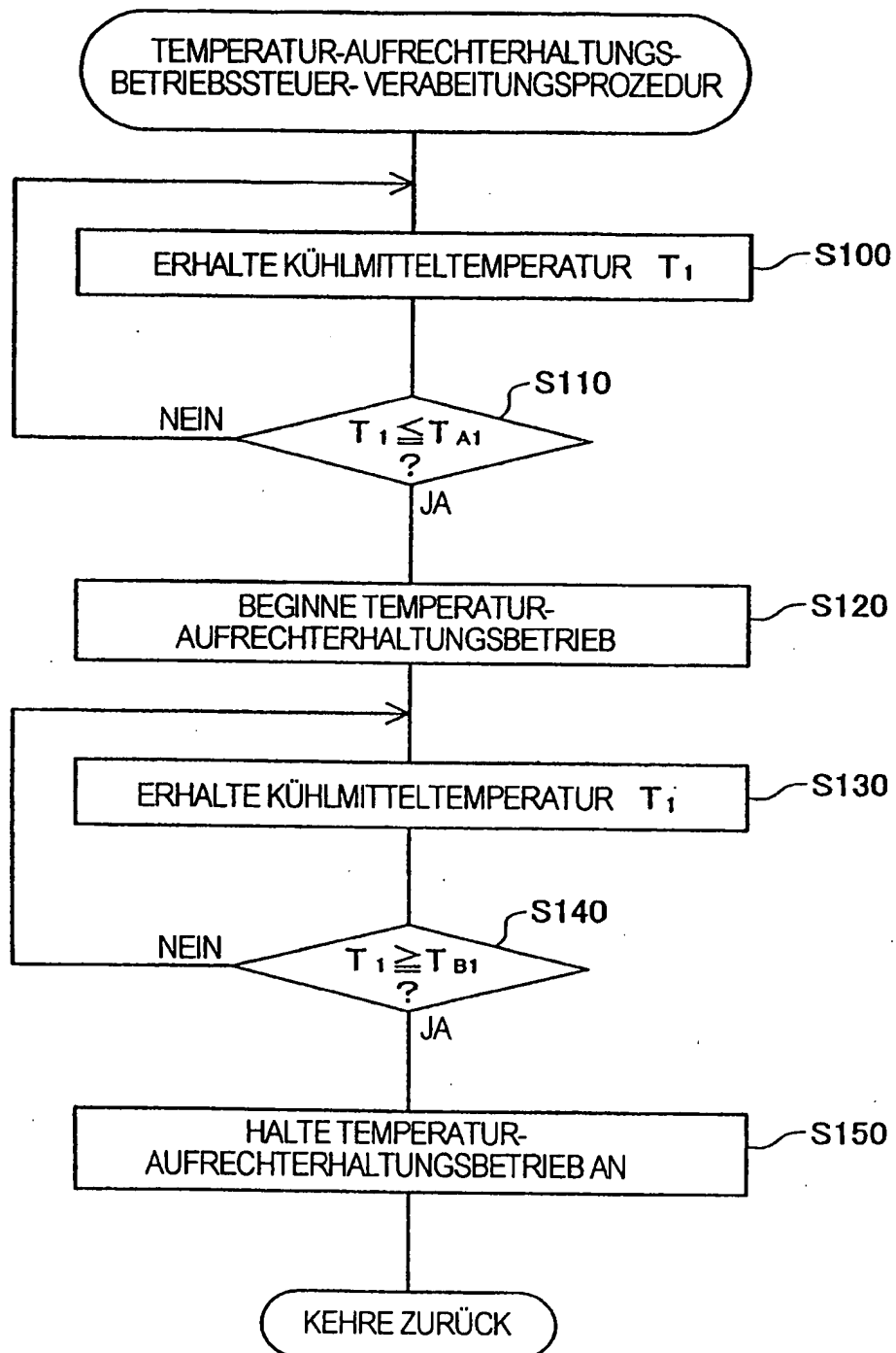


Fig.4

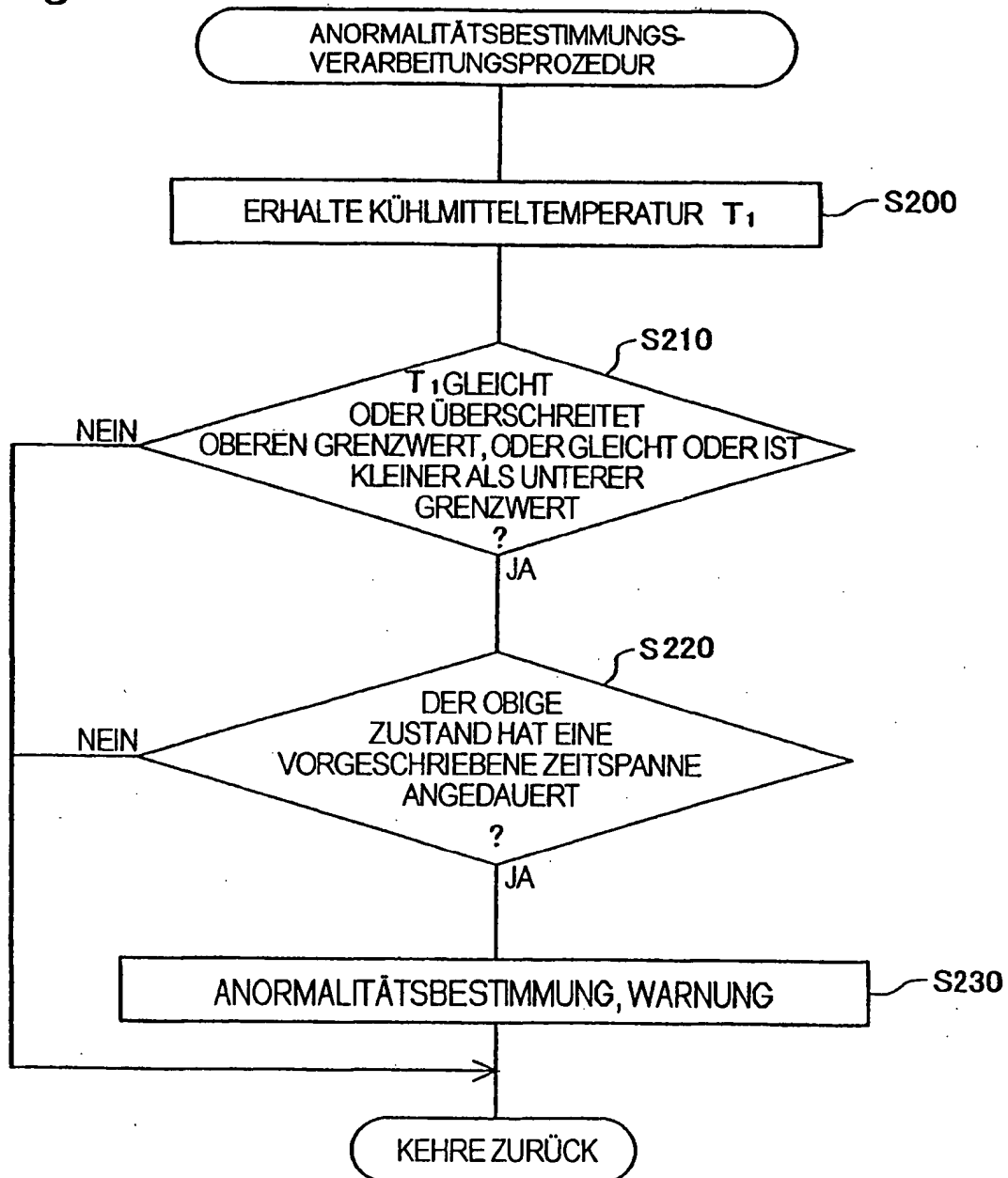
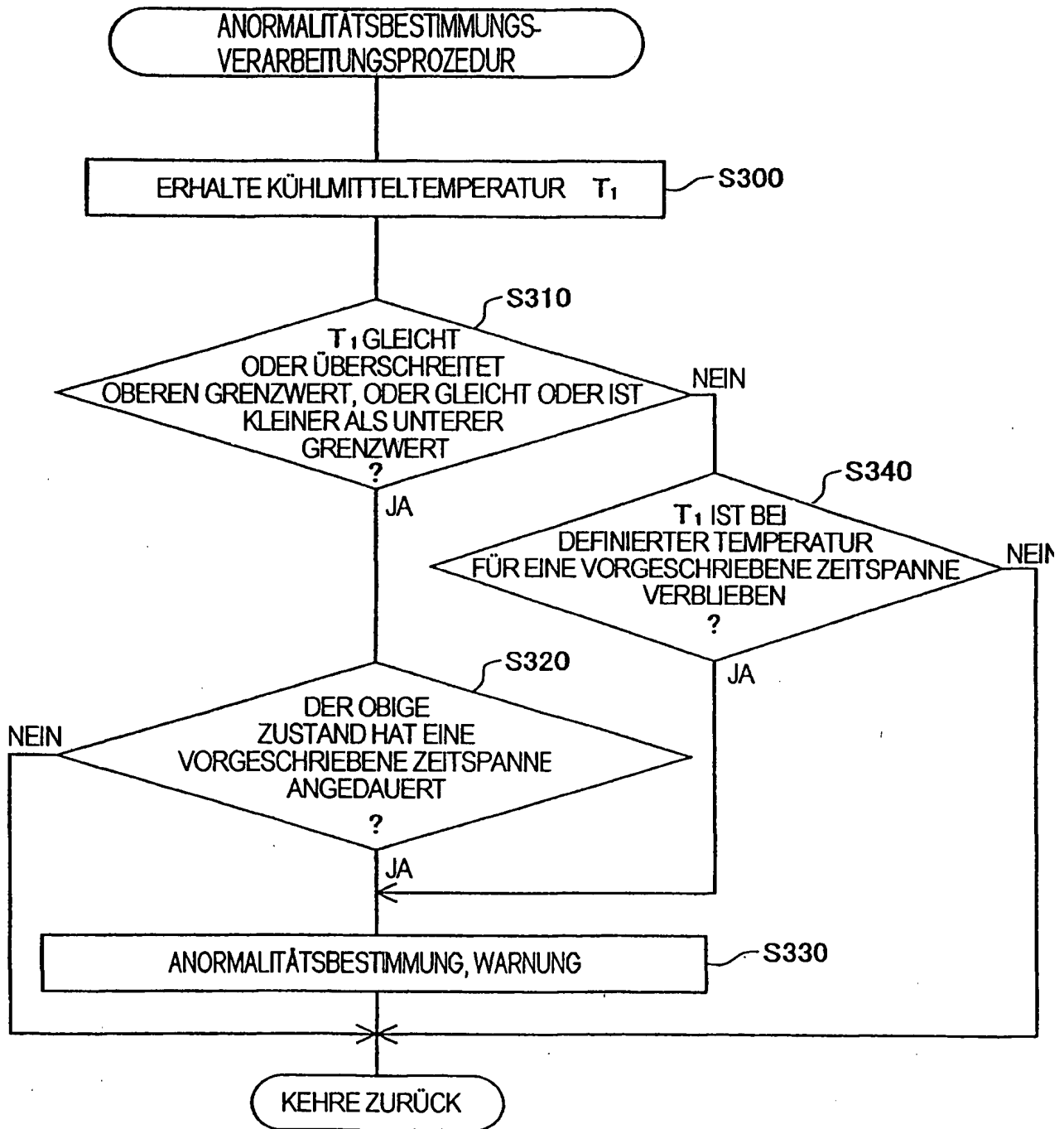


Fig.5



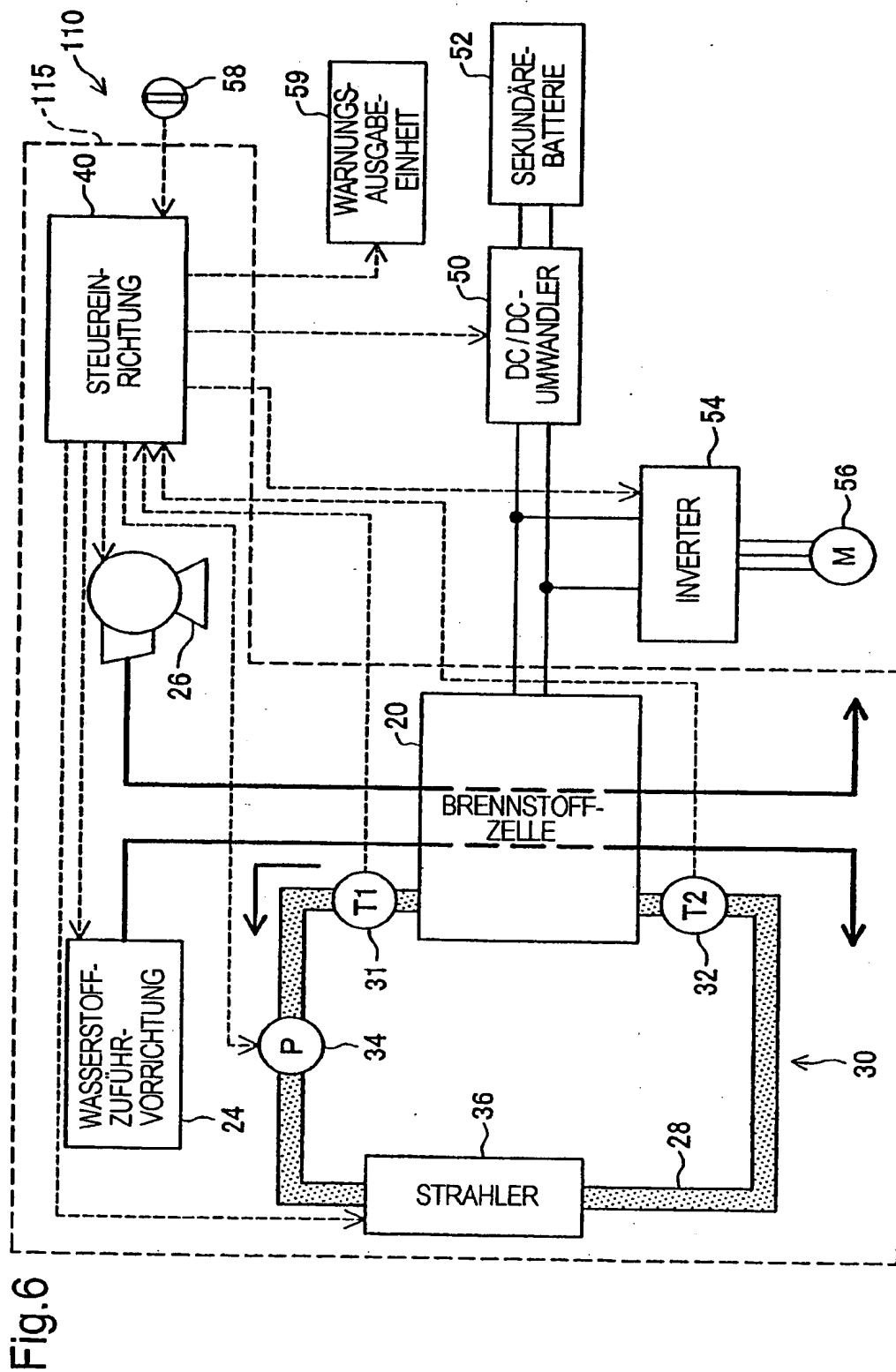


Fig.6

Fig.7

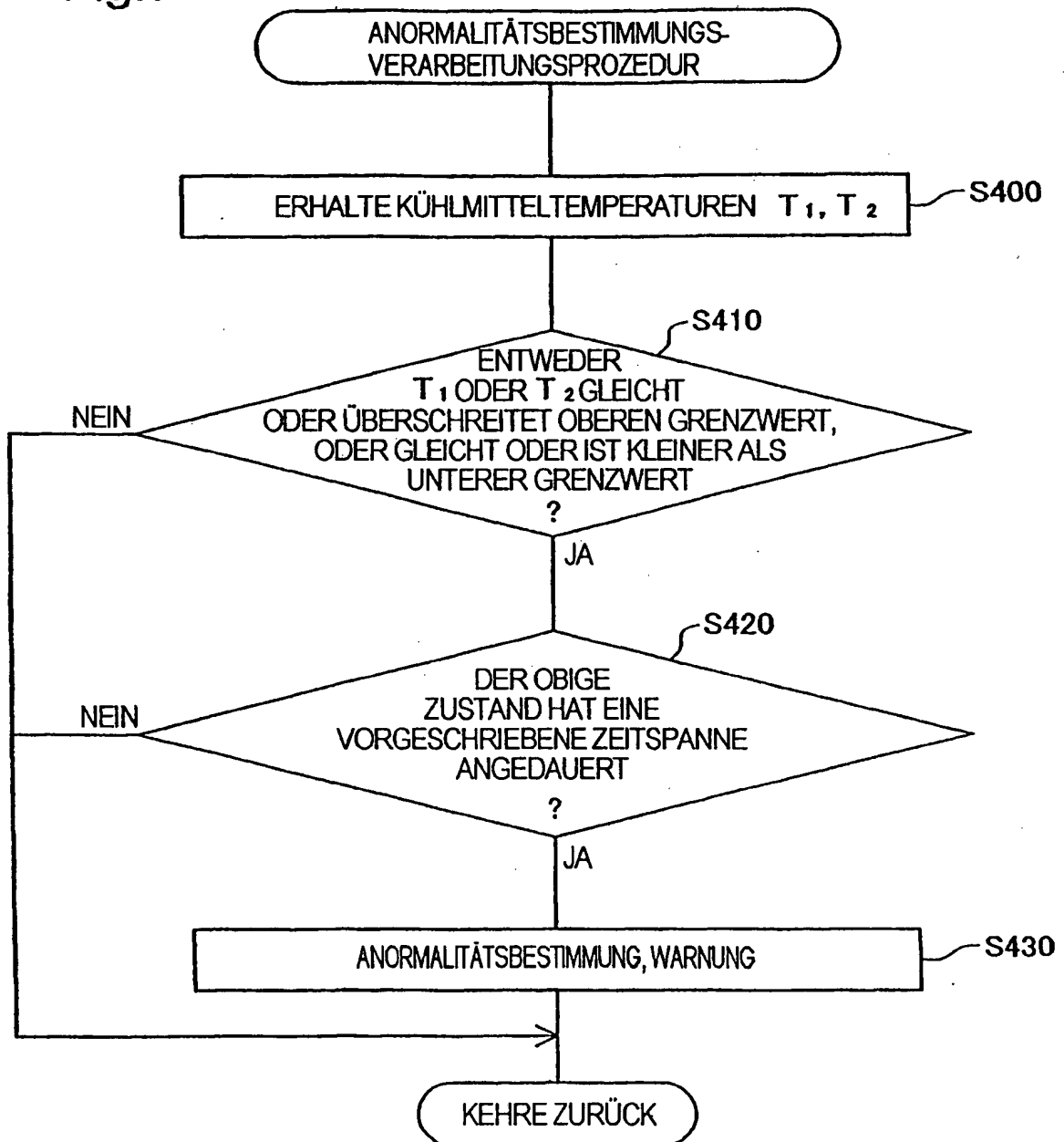


Fig.8

